

## INTEGRACIÓN DE UNA NUEVA RED SENSORIAL MET-OCEAN PARA LA MONITORIZACIÓN DE FORZAMIENTOS CLIMÁTICOS EN ÁREAS OPERATIVAS DE INTERÉS. PUERTO DE BAHÍA DE ALGECIRAS

Alberto Rodríguez<sup>1</sup>, Rafael Molina<sup>1,2</sup>, Chris Mans<sup>3</sup>, David Rodríguez<sup>1</sup>, Javier García-Valdecasas<sup>1</sup>, Miguel A. Cabrerizo<sup>1</sup>, José María Terrés-Nicoli<sup>3</sup>, Pablo Rodríguez-Rubio<sup>4</sup>, Javier López Lara<sup>5</sup>, Francisco de los Santos Ramos<sup>6</sup>

1<sup>st</sup> Harbour Research Laboratory. HRL-UPM. Laboratorio de Puertos. Cátedra Pablo Bueno. ETSICCP.

[alberto.rodriguez@caminos.upm.es](mailto:alberto.rodriguez@caminos.upm.es)

2 Dpto. Ingeniería Civil. Transportes y Territorio. UPM, Calle del Profesor Aranguren s/n. 28040, Madrid, España. [rafael.molina@upm.es](mailto:rafael.molina@upm.es)

3. Oritia & Boreas. Calle Ojos del Salado 100, 18008 Granada. España. [mans@oritia&boreas.es](mailto:mans@oritia&boreas.es)

4. Portel Servicios Telemáticos. EEMM Puerto de Algeciras, Local C7, 11207 Algeciras, Cádiz, España

5. IH Cantabria. Universidad de Cantabria. Calle Isabel Torres, 8, 39011 Santander, Cantabria, España

6. Autoridad Portuaria Bahía de Algeciras. Algeciras. Avda. de la Hispanidad, 2 11207 Algeciras, Cádiz, España

### INTRODUCCIÓN

El viento y el oleaje, combinado con el forzamiento de otros agentes del medio físico como las corrientes y el nivel del mar, provocan movimientos excesivos de los buques amarrados lo cual deriva, finalmente, en pérdidas económicas debidas a la disminución del rendimiento de las operaciones. De un modo más concreto, las oscilaciones de corto y largo periodo en el interior de una dársena comprometen la eficiencia y seguridad de las operaciones que se realizan en los puestos de atraque, así como la fiabilidad y durabilidad de los elementos estructurales que lo componen. (Programa ROM, 2011). Por este motivo, el diseño y la gestión de un puerto ha de tener uno de sus pilares en el análisis de la operatividad de sus subsistemas y en el impacto que tienen las variables del medio físico en ésta. (Molina, 2014).

Los sistemas de monitorización océano-climáticos avanzados, como los del Sistema Portuario Español (Puertos del Estado, 2013; Sammartino et al., 2014; Sánchez-Garrido et al., 2014) cuentan en la actualidad con una extensa red de sensores destinada al registro de agentes del medio físico, especialmente de las oscilaciones de la superficie libre en la costa. En el caso del oleaje, salvo campañas puntuales, no se registra la agitación en dársenas ni en las áreas operativas de interés donde se desarrollan las actividades del buque. Esto no ha sucedido, fundamentalmente, para evitar interferencias con las actividades de explotación, además de por el considerable coste de implantación y mantenimiento del instrumental necesario. En este contexto, se observa pues un déficit de información sobre cómo afectan los diferentes forzadores del medio físico al rendimiento, a la seguridad y funcionalidad a las actividades logísticas que se desarrollan de un modo particularizado en cada línea de atraque y amarre de un puerto.

### OBJETIVOS Y RESULTADOS

Uno de los objetivos principales del proyecto “Algeciras SafePort” ha sido desarrollar e integrar un sistema avanzado de monitorización, una red instrumental de alta resolución espacial. Ésta tiene como misión principal monitorizar de un modo representativo todas las variables climáticas claves en cada Área Operativa de Interés (AOI) del puerto, para así permitir una adecuada gestión de sus riesgos océano-meteorológicos. Esta red es el soporte principal de los sistemas de alarma climática en tiempo real y la fuente de información necesaria para la validación y calibración de sus sistemas operacionales de predicción de alta resolución.

La red de medida de alta densidad de cobertura del Puerto de la Bahía de Algeciras no ha sido concebida como un conjunto de sensores que registran de un modo aislado, sino como una red sensorial que permite la comunicación entre los instrumentos de medida, su visualización en tiempo real, una alta resolución temporal y un sistema de autodiagnóstico.

En el marco de la innovación tecnológica del proyecto, destaca el diseño, construcción y puesta en marcha de la primera red sensorial de medida de agitación local y ondas de largo periodo en obras de atraque y amarre, con capacidad adicional para la detección de la presencia de buques mediante técnicas no intrusivas (acústicas y lidar monohaz). Esta red

tiene también la particularidad de que sus nodos de medida han de ser autónomos, que no requieran de suministro eléctrico ni de telecomunicaciones, y de bajo coste.

El proyecto “Algeciras SafePort: Gestión de Riesgos Océano-Meteorológicos en Entornos Portuarios” ha logrado desplegar una de las redes de medida met-ocean más avanzadas del mundo. Tras la finalización del proyecto, como resultado la implantación, el sistema de monitorización cuenta con el despliegue de:

- Una red de medida meteorológica con 10 estaciones, tras la instalación de tres anemómetros (Gill Ultrasónico), un sensor de visibilidad (BIRAL SWS-100) y una estación total (VAISALA WXT500) en el Puerto de Tarifa. Las ubicaciones de las estaciones han sido seleccionadas específicamente para aportar una mejor cobertura de las áreas operativas que son sensibles a la acción de viento.
- 4 nodos de medida de oleaje y variables de estado de la masa de agua, de las cuales 3 cuentan con suministro de información de corrientes en tiempo real y dos están dando cobertura a áreas operativas en el área de Isla Verde Exterior y Campamento.
- 10 nodos de agitación y presencia de buque en el Puerto de la Bahía de Algeciras, Isla Verde Exterior y en el área de Campamento.

La siguiente figura muestra las localizaciones finales.

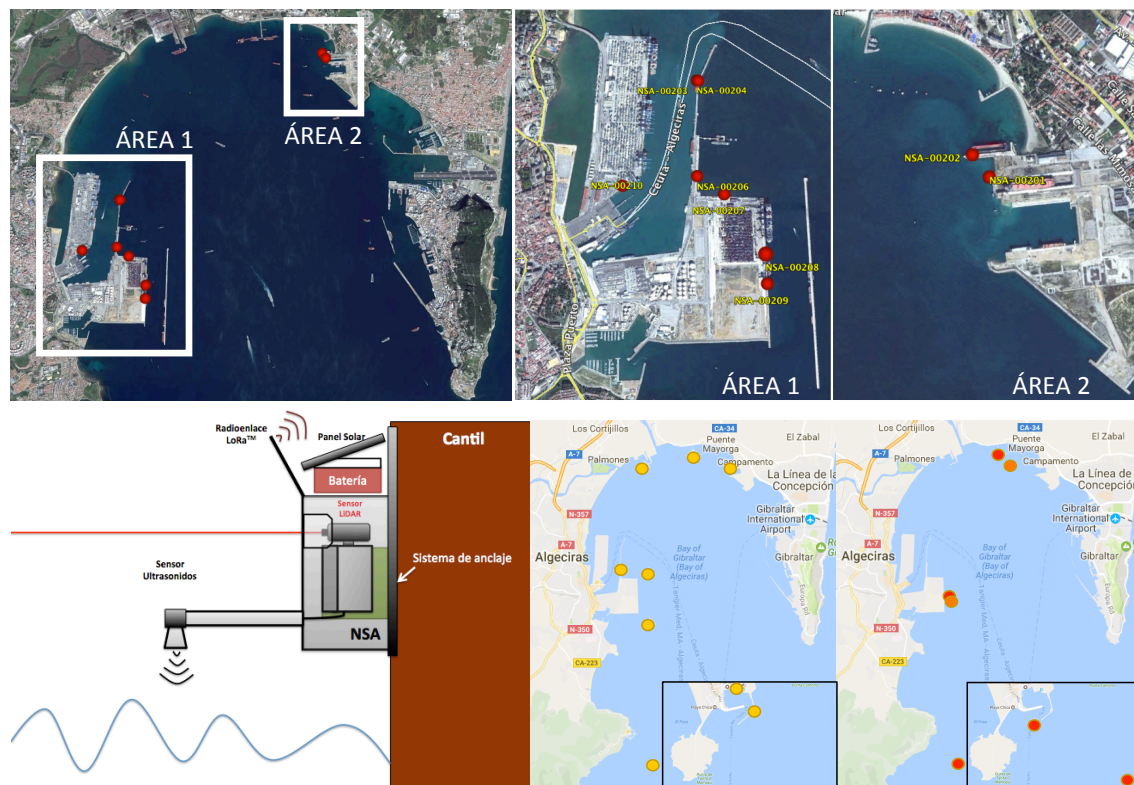


Figura 1.- Arriba. Localización de los nodos de la red sensorial de agitación en la APBA  
Abajo. Esquema instrumental de los de agitación (izq), nodos méteo (centro) y oleaje /  
corrientes instalados en la APBA

## RESULTADOS

En el artículo y la ponencia se desarrollarán las funcionalidades del sistema instrumental, el despliegue espacial de la red sensorial, la plataforma de visualización en tiempo real y los resultados obtenidos dentro del marco del proyecto “Algeciras SafePort”.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la APBA la financiación dentro del proyecto “Algeciras SafePort”. Los autores agradecen especialmente al personal del OPPE y de la APBA su constante apoyo, sin el cual no habría sido posible la realización del trabajo.